

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-054356

(43)Date of publication of application : 24.02.1998

(51)Int.Cl.

F04B 37/16  
H01L 21/02

(21)Application number : 08-232523

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 14.08.1996

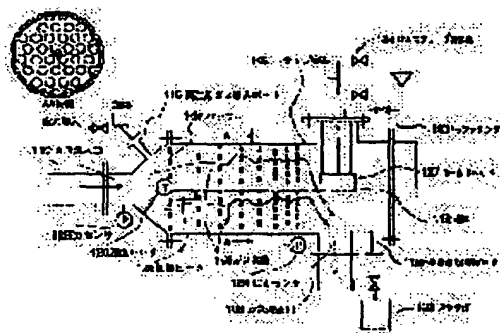
(72)Inventor : NOMICHI SHINJI  
NOMURA NORIHIKO  
SUGIURA TETSUO  
FUKASAKU YOSHIRO

## (54) DEPOSIT REMOVING TRAP

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance a life and reliability of operation in a vacuum pump and an exhaust gas processing device, by protecting the vacuum pump and the exhaust gas processing device from deposition of a reaction byproduct in a process.

SOLUTION: This trap is constituted so as to provide an air-tight chamber, trap vessel 102 provided in a vacuum exhaust system having a vacuum pump for forming a vacuum in this air-tight chamber, baffle plate 106 formed with a non-linear flow path in the trap vessel and a pulse tube refrigerator 134 cooling the baffle plate 106. Here, the baffle plate 106 is thermally connected to a cold head 137 of the pulse tube refrigerator 134.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.03.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-54356

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 4 B 37/16			F 0 4 B 37/16	C
H 0 1 L 21/02			H 0 1 L 21/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-232523

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月14日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 野路 伸治

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72) 発明者 野村 典彦

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72) 発明者 杉浦 哲郎

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

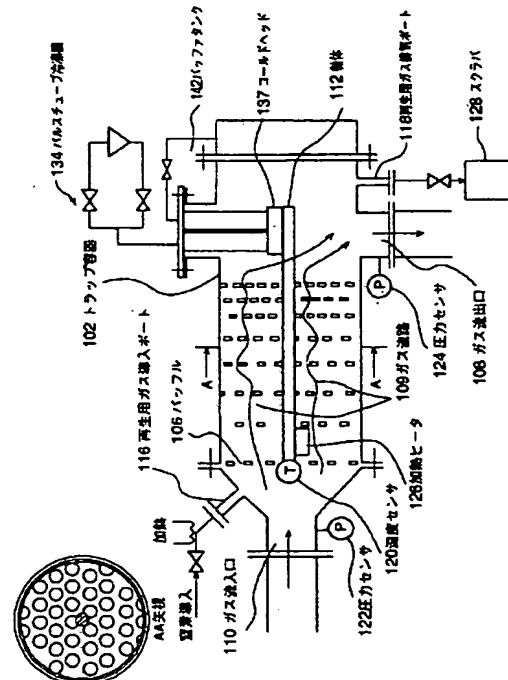
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 析出物除去用トラップ

(57) 【要約】

【課題】 プロセスの反応副生成物の析出から真空ポンプおよび排ガス処理装置を保護して、真空ポンプおよび排ガス処理装置の長寿命化、運転の信頼性の向上を図ることができる析出物除去用トラップを提供する。

【解決手段】 気密のチャンバ10と、これを真空にするための真空ポンプ12を有する真空排気系に設けられたトラップ容器102と、トラップ容器内に非直線的な流路を形成するバッフル板106と、バッフル板を冷却するパルスチューブ冷凍機134とを備え、バッフル板106はパルスチューブ冷凍機134のコールドヘッド137に熱的に結合している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 気密のチャンバと、これを真空にするための真空ポンプを有する真空排気系に設けられたトラップ容器と、  
該トラップ容器内に非直線的な流路を形成するバッフル板と、  
該バッフル板を冷却するパルスチューブ冷凍機とを備え、  
該バッフル板は前記パルスチューブ冷凍機のコールドヘッドに熱的に結合していることを特徴とする析出物除去用トラップ。

【請求項2】 前記真空排気系は排ガス処理装置を有することを特徴とする請求項1に記載の析出物除去用トラップ。

【請求項3】 前記チャンバは、半導体製造装置のプロセスチャンバであることを特徴とする請求項1に記載の析出物除去用トラップ。

【請求項4】 前記真空ポンプは排気経路に潤滑油を用いないドライポンプであることを特徴とする請求項1に記載の析出物除去用トラップ。

【請求項5】 前記トラップ容器は前記真空排気系中のチャンバと真空ポンプの間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の析出物除去用トラップ。

【請求項6】 前記真空ポンプは複数段昇圧式であり、前記トラップ容器は該複数段の真空ポンプの間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の析出物除去用トラップ。

【請求項7】 前記トラップ容器は前記真空ポンプと前記排ガス処理装置との間に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の析出物除去用トラップ。

【請求項8】 前記トラップ容器は前記排ガス処理装置の下流側に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の析出物除去用トラップ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体製造用の真空チャンバを真空にするための真空排気装置に用いられる。

## 【0002】

【従来の技術】従来の真空排気システムを図10を参照して説明する。真空チャンバ10は、例えばエッチング装置や化学気相成長装置(CVD)等の半導体製造装置のプロセスチャンバであり、この真空チャンバ10は、配管14を通じて真空ポンプ12に接続されている。真空ポンプ12は、真空チャンバ10からのプロセスの排ガスを大気圧まで昇圧するためのもので、従来は油回転式ポンプが、現在はドライポンプが主に使用されている。

【0003】真空チャンバ10が必要とする真空度が、ドライポンプ12の到達真空度よりも高い場合には、ド

ライポンプの上流側にさらにターボ分子ポンプ等の超高真空ポンプが配備されることもある。プロセスの排ガスはプロセスの種類により毒性や爆発性があるので、そのままでは大気に放出できない。このため、真空ポンプ12の下流には排ガス処理装置26が配備されている。大気圧まで昇圧されたプロセスの排ガスのうち、上記のような大気に放出できないものは、ここで吸着、分解、吸収等の処理を行い、無害なガスのみが大気に放出される。なお、配管14には必要に応じて適所にバルブが設けられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の真空排気システムにおいては、反応副生成物の中に昇華温度の高い物質がある場合、そのガスを真空ポンプが排気するので、昇圧途中でガスが固化し、真空ポンプ内に析出して真空ポンプの故障の原因になる欠点がある。

【0005】例えばアルミニウムのエッチングを行うために、代表的なプロセスガスである $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ を使用すると、プロセスチャンバからは、 $\text{BCl}_3$ 、 $\text{Cl}_2$ のプロセスガスの残ガスと $\text{AlCl}_3$ の反応副生成物が真空ポンプ12により排気される。

【0006】この $\text{AlCl}_3$ は、真空ポンプの吸気側では分圧が低いので析出しませんが、加圧排気する途中で分圧が上昇し、真空ポンプ内で析出して真空ポンプの故障の原因となる。これは、 $\text{SiN}$ の成膜を行うCVD装置から生じる $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ や $\text{NH}_4\text{Cl}$ 等の反応副生成物の場合も同様である。

## 【0007】従来、この問題点に対して、

(1) 真空ポンプを加熱して真空ポンプ内部で固化物質が析出しないようにし、ガスの状態で真空ポンプを通過させる。

(2) 真空ポンプの上流(吸気側)に水冷クーラを設けて、析出物をトラップする。等の対策が施されてきた。

【0008】しかし、(1)の対策では、真空ポンプに対しては効果があるが、その結果として、その真空ポンプの下流に配設される排ガス処理装置で固化物質が析出し、その充填層の目詰まりを生じさせる問題があった。また(2)の対策は、水冷クーラが真空ポンプの吸気側に設けられているので、析出物の分圧が低く、飽和蒸気圧の関係から十分に析出物がトラップできず、有効なトラップとして働いていないとも言えなかった。

【0009】この場合、クーラとして極低温を発生させる手段を用いて、析出物をトラップすることが考えられる。このような手段として、

①液体窒素などの液化ガスを用いる方法

②クライオポンプ等に用いられているギフォード・マクマホン冷凍機を用いる方法

が考えられるが、①については、冷凍温度がその液化ガスの沸点で決まってしまうため、異なる凝固温度をもつさまざまな固化物質の捕捉用の冷却手段としては使用

し難い欠点がある。また極低温の液化ガスを貯蔵、供給するための設備及び施工工事が高価であり、困難である。②に関しては、その冷凍発生原理上、ディスプレイサと呼ばれるシールをもつ振動部分があるため、シールの耐久性及び振動の問題を回避することができない。このため、従来は真空排気途中での固形化物質の析出という問題に対して有効な手だてはなされていなかった。

【0010】本発明は上述の事情に鑑みなされたもので、プロセスの反応副生成物の析出から真空ポンプおよび排ガス処理装置を保護して、真空ポンプおよび排ガス処理装置の長寿命化、運転の信頼性の向上を図ることができる析出物除去用トラップを提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明における前述の課題を解決する手段は、真空チャンバを真空中に排気する真空排気系の途中に、パルスチューブ冷凍機のコールドヘッドを熱的に結合したバッフルを有する析出物除去用トラップを、設置したことである。

【0012】本発明では、パルスチューブ冷凍機を用いることにより、上記の①の課題に対しては、コールドヘッドの温度を可変にでき、性能が広い範囲で良好であり、且つ安定となる。また設備面では、設置に自由度のある冷凍機運転用のコンプレッサと作動ガスの常温配管のみなので、設置（施工）が容易である。また②に関しては、パルスチューブ冷凍機にはコールドヘッドに可動部分がないため無振動で、かつメンテナンスインターバルを長くすることができる利点を有している。

【0013】それに加えてトラップの再生の際、ギフォード・マクマホン冷凍機では、ディスプレイサが樹脂でできているため、例えば固形化物質が $\text{NH}_4\text{Cl}$ ならば、昇華温度の $188^\circ\text{C}$ までコールドヘッドを加熱して昇華再生することは不可能であるが、パルスチューブ冷凍機を用いれば、ディスプレイサがないので加熱昇華再生を行うことができる利点もある。

【0014】このような利点を持つパルスチューブ冷凍機を、析出物除去用トラップ内に配されているバッフルに熱的に接続すると、バッフルは極低温に冷却されるので、トラップ内に形成されているガス流路を通過する固形成分のガス分子は、バッフルに接触することにより凝固し、捕捉・除去することができる。

【0015】図1に示すように、パルスチューブ冷凍機134は、ガスを作動媒体にした冷凍機であり、圧縮機140、高低圧切り替え装置139、蓄冷材が充填された蓄冷管136、低温取り出し部であるコールドヘッド137およびガスの膨張空間であるパルスチューブ138で構成される。極低温を必要とする場合は、作動ガスとして一般的にヘリウムが用いられるが、窒素や乾燥空気など他のガスを用いても構わない。

【0016】極低温を目的として、ヘリウムガスを作動

媒体に用いる場合、圧縮機140を運転して高低圧切り替え装置139を周期的に切り替えて、蓄冷管136を通してパルスチューブ138内にガスを給気および排気すると、ガスの断熱膨張が連続的にパルスチューブ138内で生じ、コールドヘッド137に $-140^\circ\text{C}$ 程度の低温が発生する。

【0017】通常は、パルスチューブ138内でのガスの断熱膨張を効率的に生じさせて、より低温を発生させるために、図2に示すように、パルスチューブ138の先端にオリフィス133やニードルバルブ135等のガスの流れを調節する機構を介してバッファタンク142を設ける。この機構を用いれば、 $-220^\circ\text{C}$ 程度の極低温を発生させることができる。さらに、低温にするために図3に示すような、ガスの流れを調節する配管131を、オリフィスやニードルバルブ等のガスの流れを調節する機構を介して、設けることもある。

【0018】図4は、パルスチューブ冷凍機の性能を表した一例であり、縦軸はコールドヘッドの冷凍能力（ワット）、横軸はそのときのコールドヘッドの温度（ $^\circ\text{C}$ ）を示している。図4の例では、冷凍能力がゼロの時のコールドヘッド到達温度は $-213^\circ\text{C}$ であり、コールドヘッドの温度が高くなるにしたがって冷凍能力が増加していく。特徴として、広範囲の温度領域に対して、ほぼリニアな冷凍能力を有しており、このことから、必要とする温度レベルが変化しても、パルスチューブ冷凍機を用いれば、容易にその変化に対応することができる。

【0019】前述した手段によれば、極低温に冷却されたバッフルを有するトラップにおいて固形化物質を捕捉・除去することができるので、該トラップを、固形化物質が析出し悪影響を及ぼす箇所に設置することにより、真空ポンプおよび排ガス処理装置を析出物から保護することができる。

【0020】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例について説明する。図5は本発明の基本的な実施例であって、真空チャンバ10と真空ポンプ12をつなぐ配管14に、析出物除去用トラップ16がバルブ20、22を介して配置されている。真空ポンプ12の下流には、排ガス処理装置26が設けられている。

【0021】析出物除去用トラップ16は、例えば図6に示すように、筒状をしたトラップ容器102とバッフル106が取り付けられた軸体112およびパルスチューブ冷凍機134から構成される。バッフル106および軸体112は金属のような熱伝導性のよい材質で形成され、パルスチューブ冷凍機134のコールドヘッド137に熱的に結合されている。

【0022】バッフル106には例えば孔が多数開けられており、ガスの流路を形成している。析出する物質はガスの流入口110に近いバッフルで捕捉されやすいので、全バッフルを有効に用いるために、バッフルに開け

る孔の径を上流から下流に向かって徐々に小さくしていくとともに、バッフルを軸体112に設ける間隔を上流から下流に向かって徐々に狭めていくとよい。また捕捉率を上げるために、バッフル間の孔の相対的位置関係をずらして、ガスが千鳥足状に流れるようなガス流路109を形成するとよい。本実施例では、バッフル106に孔が多数開けられているものについて示したが、ガスの流れが非直線的になるようにバッフルを形成していればどのような形態でも同じ効果を奏する。

【0023】パルスチューブ冷凍機134に付属するバッファタンク142はトラップ容器102と一体構造とすると省スペースを図ることができてよい。また図6に示すように、パルスチューブ冷凍機134のコールドヘッド137が下に向くように冷凍機を取り付けると、パルスチューブ138内のガスの熱対流による性能低下を防ぐことができるので、より好ましい。またトラップ容器102の外部から低温に冷却されているバッフルへの熱侵入を防ぐために、断熱材でトラップ容器102の外側を覆うか、もしくはトラップ容器を二重構造にして真空断熱層を設けると、外部からの熱を断熱できてよい。

【0024】以上の構成の析出物除去用トラップ16を用いて、図5の実施例によって窒化ケイ素(Si-N)膜を成膜する減圧化学気相成長(CVD)装置のプロセスチャンバを排気する場合を説明する。窒化ケイ素(Si-N)の成膜を行う減圧CVDのプロセスでは、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{NH}_3$ をプロセスガスとして導入して、真空チャンバ10からプロセスガスの残ガスである $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{NH}_3$ および反応副生成物である $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ が排出される。この中で $\text{Si}_3\text{N}_4$ と $\text{NH}_4\text{Cl}$ は凝固点が高いので、真空ポンプ12の手前もしくは内部で析出するのであるが、特に $\text{NH}_4\text{Cl}$ は多量に生成するので従来より問題となっていた。ここで本実施例では、真空ポンプ12の前にトラップ16を設けて $\text{NH}_4\text{Cl}$ を捕捉、除去し問題を解決している。

【0025】パルスチューブ冷凍機134を運転すると、その冷凍出力によりバッフル106および軸体112は冷却される。これにより $\text{NH}_4\text{Cl}$ ガス分子が、バッフル106もしくは軸体112に析出するので、真空ポンプ12の上流で捕捉・除去することができる。バッフル106の設定温度はトラップ16が真空ポンプ12の前に設けられているので、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ ガスの分圧と飽和蒸気圧との関係から捕捉率を上げるために、極低温たとえば $-150^\circ\text{C}$ 程度に設定するとよい。

【0026】ある一定量以上の $\text{NH}_4\text{Cl}$ がトラップ16で捕捉されると再生が必要になる。再生時期は、図6においてバッフル106に温度センサ120を取り付けて温度を測定し、その温度があらかじめ設定された値より上昇したら、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ が付着して熱負荷が増えたためと判断することにより知ることができる。別の方法としては、トラップ16の入口と出口に圧力センサ12

2、124を設けて差圧を測定し、それにより判断してもよい。また、一定時間毎に再生してもよい。

【0027】再生時期と判断されれば、トラップ16の前後のバルブ20、22を閉じてトラップ16を真空排気系から切り離し、再生用ガス導入ポート116から $\text{NH}_4\text{Cl}$ の昇華温度より高い $200^\circ\text{C}$ 程度に加熱された窒素ガスを導入して、再生用ガス排気ポート118から排気し、スクラバ128等で処理することにより再生することができる。また同時にバッフル106もしくは軸体112に加熱ヒータ126を設けて加熱すると、再生を促進し、再生に要する時間を短くすることができて好ましい。この時パルスチューブ冷凍機は内部に樹脂製のエキスパンダー等がないので高温にすることができる。

【0028】また図7は、本発明の別の実施例であり、窒化ケイ素(Si-N)膜を成膜するプラズマCVD装置の真空チャンバを排気する場合において、本発明である析出物除去用トラップ16を、多段構成となっている真空ポンプの前段30と後段32の中間に設ける場合を説明する。

【0029】プラズマCVDによる窒化ケイ素(Si-N)の成膜プロセスでは、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ をプロセスガスとして導入して、真空チャンバ10からのプロセスガスの残ガスである $\text{SiH}_4$ 、 $\text{NH}_3$ および反応副生成物である $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ 、 $\text{H}_2$ が排出される。この中で $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ は凝固点が $270^\circ\text{C}$ と高いので、排気途中の真空ポンプの内部で飽和圧力を越えて析出し、真空ポンプの故障の原因となっていた。そこで本実施例では、真空ポンプの昇圧途中の前段30と後段32の間に析出物除去用トラップ16を設けることにより $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ ガス分子を捕捉・除去して問題点を解決している。

【0030】本実施例に示すトラップ16の位置では、 $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ の分圧は飽和蒸気圧に近い状態にあるが、捕捉率を上げるために例えば $-100^\circ\text{C}$ 程度にバッフル106の温度を設定するとよい。

【0031】また図8は、本発明の別の実施例であり、アルミニウムをエッチングするエッチング装置の真空チャンバを排気する場合において、本発明である析出物除去用トラップ16を、真空ポンプ12と排ガス処理装置26の間に設ける場合を説明する。

【0032】アルミニウムのエッチングのプロセスでは、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_3$ をプロセスガスとして導入して、真空チャンバ10からプロセスガスの残ガスである $\text{Cl}_2$ 、 $\text{BCl}_3$ および反応副生成物である $\text{AlCl}_3$ が排出される。この中で $\text{AlCl}_3$ は昇華温度が $180^\circ\text{C}$ と高いので、排気途中の真空ポンプの内部で飽和圧力を越えて析出し、真空ポンプの故障の原因となっていた。この問題を対処するために従来は、真空ポンプを $\text{AlCl}_3$ の昇華温度より高い $200^\circ\text{C}$ 程度まで加熱して $\text{AlCl}_3$ が真空ポンプの内部を通過するようにしていた。また

別の方法として、通常ドライ真空ポンプにはルーツ型が用いられるのであるが、この型はクリアランスの点において析出物に対して弱い構造のため、析出物に対して強い構造のスクリー型を用いて排気し、ポンプ内部で析出した $AlCl_3$ を通過させて問題を回避していた。しかし $AlCl_3$ を通過させて対処する方法では、真空ポンプ12の下流につながる排ガス処理装置26に $AlCl_3$ が析出して悪影響を及ぼす点で問題は解決されていなかった。

【0033】そこで本実施例では、真空ポンプ12と排ガス処理装置26の間に析出物除去用トラップ16を設けて、真空ポンプ12を通過してきた $AlCl_3$ を捕捉・除去して問題点を解決している。本実施例に示すトラップ16の位置では、真空チャンバから排出されたガスは真空ポンプ12で大気圧まで昇圧されているので $AlCl_3$ は常温でも析出するが、捕捉率を上げるためにバッフル106を例えば $-20^{\circ}C$ 程度に設定するとよい。

【0034】図9は本発明の別の実施例であり、本発明である析出物除去用トラップ16を、排ガス処理装置26の下流に設置している。真空チャンバ10の中で行われるプロセスによっては、排ガス処理装置26より下流の配管14に固形化物質が析出し悪影響を及ぼすことがある。このような場合、本発明であるトラップ16を排ガス処理装置26の直後に設けると排ガス処理装置26を通過した固形化物質は、パルスチューブ冷凍機で冷却されているバッフル106に固化、析出するので、大気へ排気するための配管14に析出する前に除去することができ、前述の問題を解決することができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、トラップ容器のバッフルがパルスチューブ冷凍機により極低温に冷却されるので、トラップ容器内にバッフルにより形成されているガス流路を通過する固形化成分のガス分子は、バッフルに接触することにより凝固し捕捉される。従って、真空ポンプ中において析出して摺動部分に損傷を与えたり、排ガス処理装置の充填層に蓄積されて目詰まりを起こすような悪影響を及ぼす固形化成分

の析出物を取り除くことができ、真空ポンプや排ガス処理装置を保護することができる。このトラップ装置はパルスチューブ冷凍機を冷却装置としているので、コールドヘッドの温度を可変にでき、性能が広い範囲で安定となるとともに、コールドヘッドに可動部分がないため無振動で、かつメンテナンスインターバルを長くすることができ、従って、真空ポンプと排ガス処理装置の長寿命化とともに運転の信頼性の向上や保守・点検の簡略化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】パルスチューブ冷凍機の構成を示す図である。

【図2】パルスチューブ冷凍機の他の構成を示す図である。

【図3】パルスチューブ冷凍機のさらに他の構成を示す図である。

【図4】パルスチューブ冷凍機の性能を表すグラフである。

【図5】この発明の第1の実施例のトラップの全体構成を示す図である。

【図6】図5の実施例のトラップの具体的な構成を示す図である。

【図7】この発明の第2の実施例のトラップの全体構成を示す図である。

【図8】この発明の第3の実施例のトラップの全体構成を示す図である。

【図9】この発明の第4の実施例のトラップの全体構成を示す図である。

【図10】従来のトラップの全体構成を示す図である。

【符号の説明】

10 真空チャンバ

12 真空ポンプ

26 排ガス処理装置

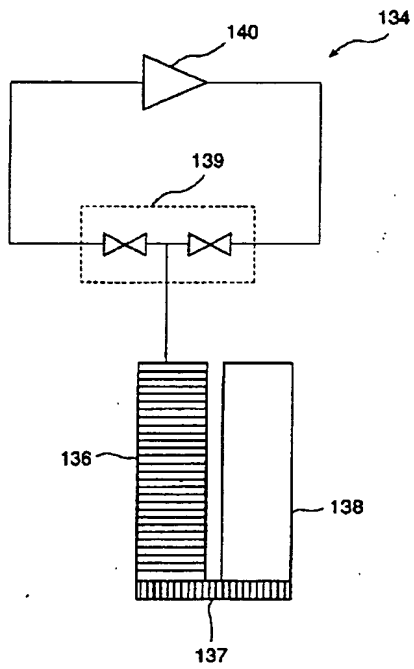
102 トラップ容器

106 バッフル

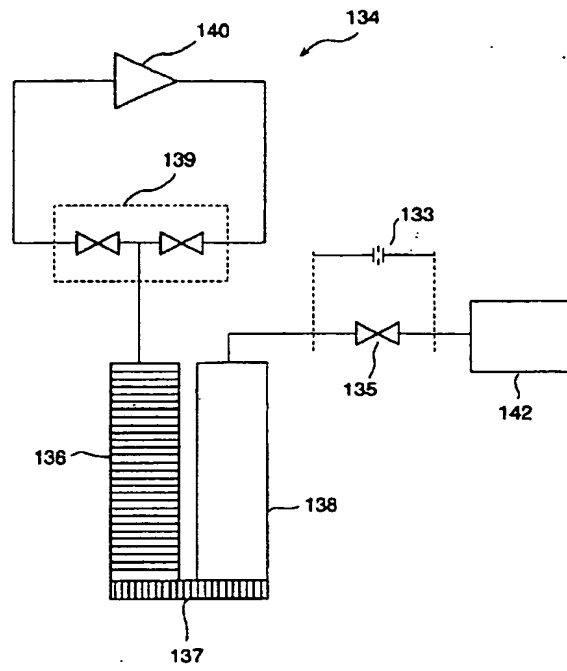
134 パルスチューブ冷凍機

137 コールドヘッド

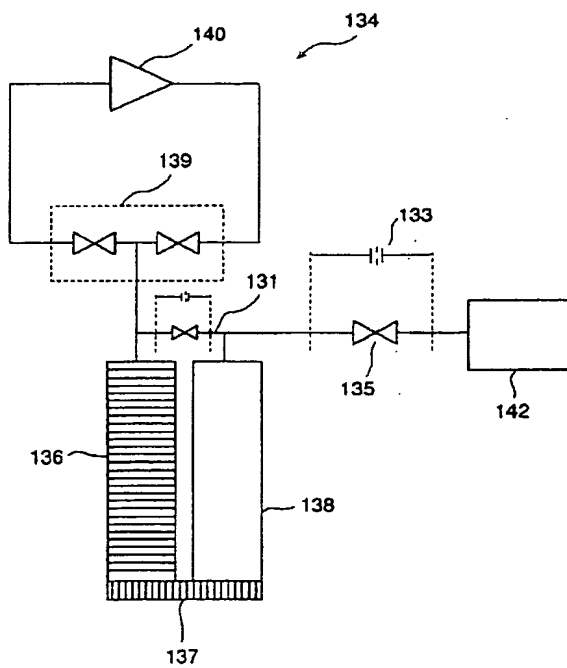
【図1】



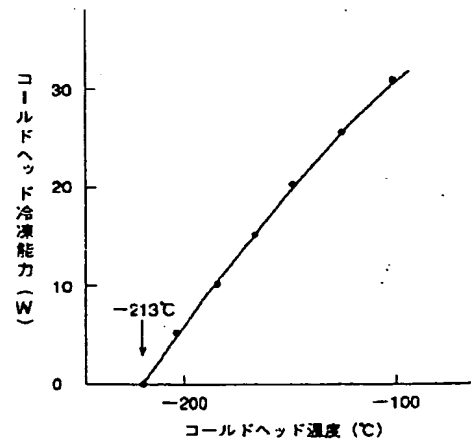
【図2】



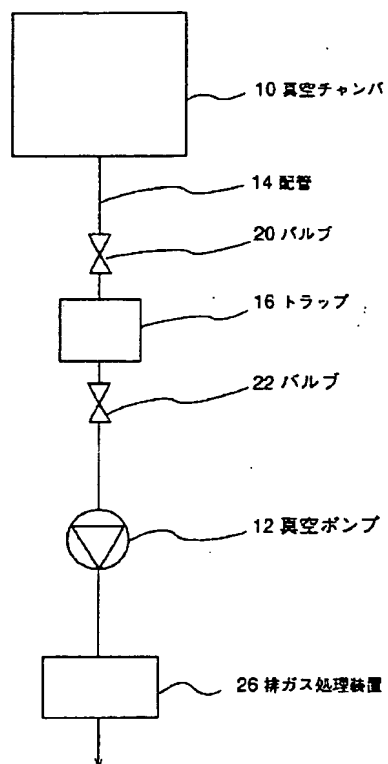
【図3】



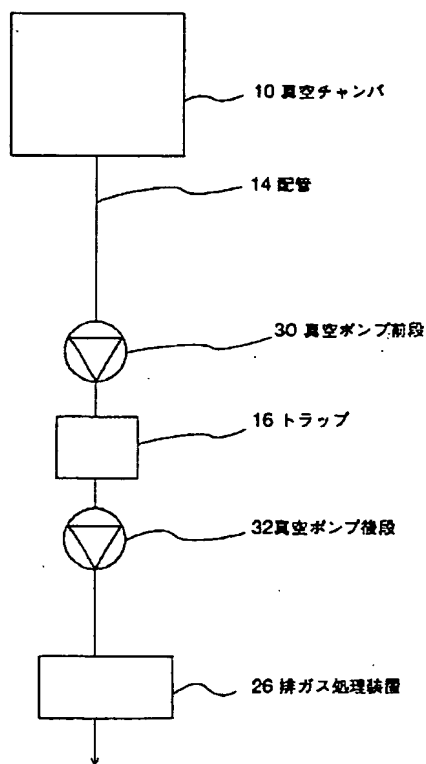
【図4】



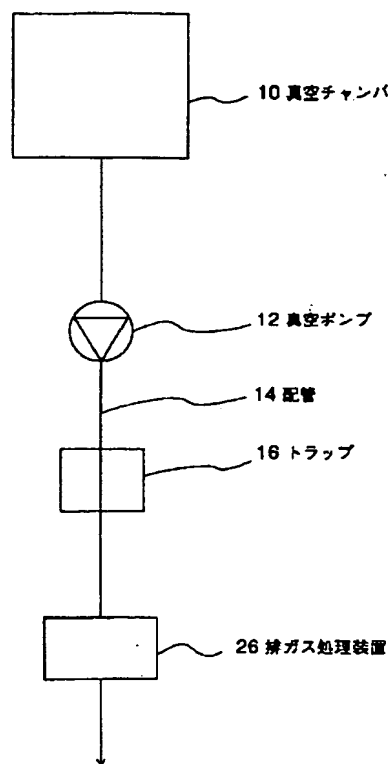
【図5】



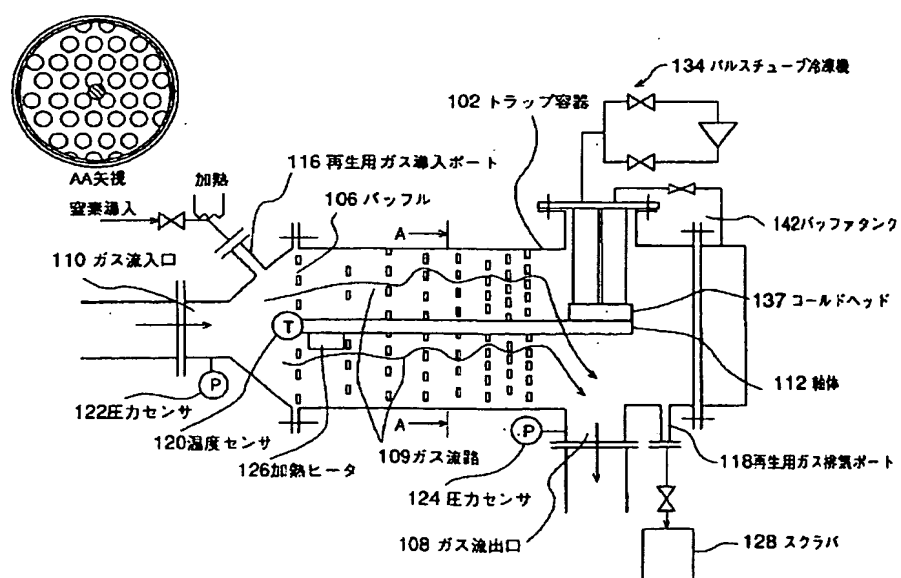
【図7】



【図8】

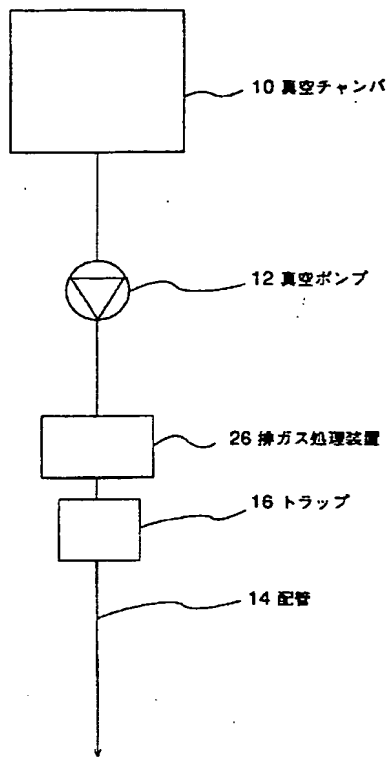


【図6】

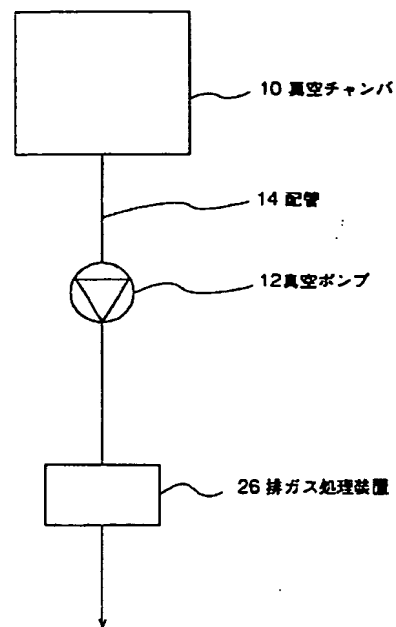




【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(72)発明者 深作 善郎  
神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株  
式会社荏原総合研究所内